

**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 9

Hinweise für die Korrektoren:

- Kommt eine Schülerin oder ein Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben auf einem anderen als dem angegebenen Weg zum richtigen Ergebnis, so ist das als richtig zu werten.
- Die Punkte je Aufgabe sind verbindlich. Die aufgeführte Verteilung der Punkte innerhalb einer Aufgabe hat empfehlenden Charakter.
- Den Schülern ist mitgeteilt worden, dass Konzepte als solche zu kennzeichnen sind und nicht mit zur Bewertung herangezogen werden.

Aufgabe 1: Thema

(3 Punkte)

- a) Die Ladung bewegt sich weiter.
b) Begründung: Massenträgheit.

1 P

2 P

Summe: 3 P

Aufgabe 2: Der Kampf um den Zaubertrank

(11 Punkte)

a) Flussaufwärts hat Paddelfix eine Geschwindigkeit von $v_{auf} = (10 - 4) \frac{\text{km}}{\text{h}} = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	1
In der unbemerkten halben Stunde hat er sich $s_1 = 0,5 \text{ h} \cdot 6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3 \text{ km}$ flussaufwärts und seine Flasche $s_2 = 0,5 \text{ h} \cdot 4 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 2 \text{ km}$ flussabwärts bewegt. Die beiden sind also $s_{ges} = 5 \text{ km}$ auseinander.	1 1
Beim zurückpaddeln haben die beiden eine Relativgeschwindigkeit von $v_{rel} = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.	1
Um die Flasche zu erreichen benötigt Paddelfix demnach $t = \frac{s_{ges}}{v_{rel}} = 0,5 \text{ h}$. Demnach war die Flasche genau eine Stunde lang im Wasser	1
b) Die Flasche benötigt bis zum Punkt X $t = \frac{s}{v} = \frac{200 \text{ m}}{\frac{4 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}} = 180 \text{ s}$.	1
Diese Zeit hat Springvomacker um zum Punkt X zu gelangen. Die 50m dorthin bewegt er sich mit einer zur Strömung senkrechten Geschwindigkeitskomponente von v_s . Es gilt $v_{\perp} = \sqrt{v_s^2 - v_E^2}$.	1
Aus $180 \text{ s} = \frac{50 \text{ m}}{\sqrt{v_s^2 - v_E^2}}$ folgt $v_s = \sqrt{\left(\frac{5 \text{ m}}{18 \text{ s}}\right)^2 + \left(\frac{4 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2} = 1,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.	2
c) Da $v_{rel} = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ zwischen Paddelfix und Flasche und Paddelfix höchstens 180 Sekunden Zeit hat, muss er weniger als $s = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{3}{60} \text{ h} = 500 \text{ m}$ von der Flasche entfernt sein um sie noch vor Springvomacker zu erreichen.	2
	11

**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 9

Aufgabe 3: In der Taucherglocke wird es eng

(9 Punkte)

<p>a) Pro zehn Meter Wassertiefe nimmt der Druck in Wasser um 1 bar zu. Nimmt man den Luftdruck von 1 bar noch dazu, ergibt sich in 70 m Wassertiefe ein Druck von 8 bar.</p>	2
<p>b) Im Kegel wird die Luft so stark komprimiert, dass in ihr ebenfalls ein Druck von 8 bar herrscht. Es gilt $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ mit</p> <p>$V_1 = 12\pi \text{ m}^3$, $p_1 = 1 \text{ bar}$, $p_2 = 8 \text{ bar}$ und $T_1 = 298 \text{ K}$ sowie $T_2 = 287,5 \text{ K}$ laut Gleichung zum Temperaturverlauf.</p> <p>Somit ist $V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 p_2} = 4,55 \text{ m}^3$. Dieses Volumen befindet sich im oberen Teil des Kegels und hat die Höhe h_1 und den Radius r_1.</p> <p>Mithilfe ähnlicher Dreiecke (Strahlensatz) kann man zeigen, dass gilt $\frac{r_1}{h_1} = \frac{r}{h}$. Es folgt, dass $V_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h_1 \cdot r_1^2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h_1^3 \cdot \frac{r^2}{h^2}$ und somit</p> <p>$h_1 = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot p_1 V_1 T_2 h^2}{\pi \cdot T_1 p_2 r^2}} = 1,11 \text{ m}$.</p> <p>Damit ergibt sich für die Höhe des Wasserpegels in der Glocke in 70m Tiefe $h_{\text{Pegel}} = h - h_1 = 1,14 \text{ m}$.</p>	1 2 1 1 1
9	9

Aufgabe 4: Cleany Elli

(9 Punkte)

<p>a) Aus $P = U \cdot I$ ergibt sich $I = \frac{P}{U} = \frac{21000 \text{ W}}{400 \text{ V}} = 52,5 \text{ A}$</p> <p>Verteilt man diese auf drei Adern, so ergeben sich $17,5 \text{ A} > 16 \text{ A}$ pro Kabel und damit reicht eine 16 A-Sicherung nicht aus.</p>	1 1
<p>b) Um $V = 20 \text{ l} \triangleq 20 \text{ kg}$ Wasser um $\Delta\vartheta = 30 \text{ K}$ zu erhöhen, benötigt man</p> <p>$Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta = 20 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 30 \text{ K} = 2514 \text{ kJ}$</p> <p>Mit $\eta \cdot P_{el} \cdot t = Q$ kommt man auf eine Zeit von $t = \frac{Q}{\eta \cdot P_{el}} = 149 \text{ s}$.</p>	2 1 2
<p>c) Für einen Duschvorgang muss eine elektrische Energie von</p> <p>$E_{el} = \frac{Q}{\eta} = 3142,5 \text{ kJ} = 0,873 \text{ kWh}$ bereitgestellt werden.</p> <p>Somit könnte Elli mit einer vollgeladenen Batterie</p> <p>$N = \frac{10 \text{ kWh}}{0,873 \text{ kWh}} = 11,5$ also 11 mal duschen.</p>	1 1 1
9	9

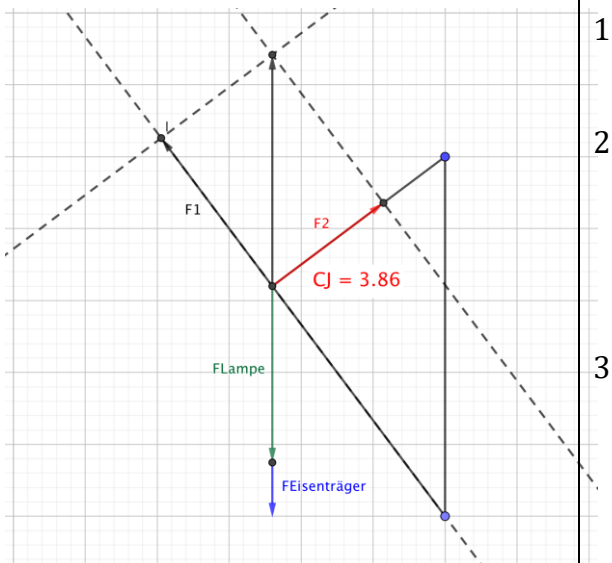
**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 9

Aufgabe 5: Industrial Style

(12 Punkte)

<p>a) Satz des Pythagoras: 60 - 80 -100 ist ein pythagoräisches Zahlentripel (3, 4; 5) Oder Rechnung: $l_{\text{Seil}} = \sqrt{(1,0 \text{ m})^2 - (0,8 \text{ m})^2} = 0,6 \text{ m}$</p>	1
<p>b) Lösungsweg 1: grafisch über Kräfteparallelogramm Angabe eines Maßstabes: <i>Kraft</i>: $1 \text{ cm} \triangleq 20 \text{ N}$ und <i>Länge</i>: $1 \text{ cm} \triangleq 10 \text{ cm}$ Berechnung der Gewichtskraft des Eisenträgers:</p> $F_G = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$ $F_G = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 10 \text{ cm}^2 \cdot 80 \text{ cm} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F_G = 61,2 \text{ N}$	1 3
<p>Diese Gewichtskraft greift im Schwerpunkt genau in der Mitte an. Der Eisenträger ist ein einseitiger Hebel. Am Ende des Hebels greift somit nur noch $F_{\text{Eisen}} = 0,5 \cdot F_G = 30,6 \text{ N}$ an. Hinzu kommt die Gewichtskraft der Lampe:</p> $F_{\text{Lampe}} = 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 98,1 \text{ N}$	1 2
<p>Der gesuchte Kraftvektor wird mit einer Länge von 3,9 cm gemessen:</p> $3,86 \text{ cm} \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 77,2 \text{ N}$ <p>Diese Gewichtskraft entspricht einer Gegenmasse von:</p> $M = \frac{F}{g} = \frac{77,2 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{7,87 \text{ kg}}}$	3 1
<p>Lösungsweg 2: rechnerisch Eisenträger als einseitiger Hebel und Gewichtskraft der Lampe wie unter Lösungsweg 1.</p> $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3} \quad \text{und} \quad (F_1)^2 + (F_2)^2 = (F_{\text{Lampe}} + F_{\text{Eisenträger}})^2$ $\left(\frac{4}{3}F_2\right)^2 + (F_2)^2 = (F_{\text{Lampe}} + F_{\text{Eisenträger}})^2$ $\frac{25}{9}(F_2)^2 = (F_{\text{Lampe}} + F_{\text{Eisenträger}})^2$ $\frac{5}{3}F_2 = F_{\text{Lampe}} + F_{\text{Eisenträger}}$ $F_2 = \frac{3}{5} \cdot (98,1 \text{ N} + 30,6 \text{ N}) = 77,2 \text{ N}$ $M = \underline{\underline{7,87 \text{ kg}}}$	1 2 3 1
	12



**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 9